



Màster universitari en **Formació del Professorat d'Educació Secundària  
Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes**

## Trabajo de final de máster

Título:

**Didáctica para la formación en mantenimiento y averías de instalaciones automatizadas en  
viviendas y edificios**

Apellidos: **Martínez Morato**

Nombre: **Daniel**

Titulación: Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,  
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

Especialidad: Formación Profesional

Director/a: Francesc Farré Calpe

Fecha de lectura: 26/06/2013



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
Institut de Ciències de l'Educació



## Índice

Índice de tablas.....	4
Índice de imágenes .....	5
<b>1. Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Definición y contexto del problema .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Descripción de la solución .....</b>	<b>10</b>
3.1. <i>Material didáctico.....</i>	<i>10</i>
3.2. <i>Procedimiento de actividades de taller.....</i>	<i>10</i>
<b>4. Resultados .....</b>	<b>12</b>
6.1. <i>Material didáctico.....</i>	<i>12</i>
S.1 Mantenimiento Eléctrico y Actuaciones .....	12
Contenidos.....	12
➤ Mantenimiento Correctivo .....	12
➤ Mantenimiento TBM .....	12
➤ Mantenimiento CBM .....	13
➤ Mantenimiento RCM .....	14
Práctica 1: Elementos de una Subestación AT.....	15
S.2 Programación, Documentación e Históricos de Mantenimiento .....	17
Contenidos.....	17
➤ Documentos .....	18
➤ Histórico.....	18
Práctica 2: Mantenimiento Asistido por Ordenador .....	19
S.3 Averías en Instalaciones Eléctricas y Coste del Mantenimiento.....	21
Contenidos.....	21
➤ Coste del Mantenimiento .....	21
➤ Previsión de Averías: Funciones del Electricista .....	22
Práctica 3: Coste de mantenimiento y previsión .....	23
S.4 Calidad del Suministro Eléctrico .....	25
Contenidos.....	25
➤ Perturbaciones Eléctricas .....	25
➤ Compatibilidad electromagnética .....	27
Práctica 4: Gama de mantenimiento.....	28
S.5 Seguridad y Riesgo Eléctrico .....	30
Contenidos.....	30
➤ Las 5 Reglas.....	30
➤ Equipos de Protección Individual (EPI) .....	31
6.2. <i>Procedimiento de actividades de taller.....</i>	<i>32</i>
<b>5. Conclusiones .....</b>	<b>38</b>
<b>6. Referencias .....</b>	<b>39</b>
6.1. <i>Bibliografía .....</i>	<i>39</i>
6.2. <i>Webgrafía.....</i>	<i>39</i>

## **Índice de tablas**

<b>Tabla 1. Módulos que contienen Resultados de Aprendizaje en diagnóstico de averías y mantenimiento .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 2. Estructura cronológica del módulo .....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 3. Ordenación cronológica de Unidades Formativas .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 4. Núcleos formativos, ordenación cronológica y relación de los contenidos, resultados de aprendizaje y criterios de evaluación .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla A. Ventajas y requerimientos del mantenimiento TBM .....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla B. Conjunto de averías por defecto eléctrico .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla C. Registro de averías .....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla D. Evolución de la inversión.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla E. Definición de perturbaciones según UNE 50160 .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla F. Ejemplo de gama de mantenimiento .....</b>	<b>29</b>

## Índice de imágenes

Imagen A. Tipo de mantenimiento ante un fallo o avería .....	12
Imagen B. Condicionalidad de un equipo dependiendo del tiempo de trabajo .....	13
Imagen C. Partes principales de una subestación.....	15
Imagen D. Ejemplo de hoja de cálculo.....	16
Imagen E. Ejemplo de programación en un Plan de Mantenimiento.....	17
Imagen F. Pantalla principal de RENOVE-GEM .....	19
Imagen G. Pantalla de creación de sistemas .....	20
Imagen H. Pantalla de creación de equipos.....	20
Imagen I. Incidencia media de incidencias eléctricas para la UE.....	25
Imagen J. Rangos de compatibilidad electromagnética.....	27
Imagen K. Grupo electrógeno .....	28
Imagen L. Las cinco reglas de oro frente al riesgo eléctrico .....	31
Imagen M. Instalación inalámbrica .....	34
Imagen N. Esquema de conexión .....	35
Imagen O. Esquema funcional.....	36
Imagen P. Ejemplo ficha de medidas y comprobaciones .....	36
Imagen Q. Ejemplo ficha de averías .....	37



## 1. Introducción

El siguiente proyecto nace con la intención de ser una ayuda, a la vez que una guía, en la impartición de los contenidos académicos en materia de mantenimiento y averías eléctricas que los alumnos del CFGS Sistemas electrotécnicos y automatizados deben adquirir al finalizar sus estudios.

En esta dirección se definen los siguientes objetivos de trabajo:

- Desarrollar el procedimiento metódico en la realización de actividades de taller que incluya los resultados de aprendizaje en diagnóstico de averías y realización del mantenimiento preventivo.
- Desarrollar material didáctico de mantenimiento preventivo y detección de averías.
- Estandarizar el desarrollo de las actividades de taller con un formato de informe de prácticas.
- Instruir al alumno en el protocolo industrial actual en materia de mantenimiento preventivo.

Con el fin de conseguir los objetivos propuestos, nos centraremos en el módulo 2: Técnicas y procesos en instalaciones domóticas y automáticas; particularmente en los contenidos de su unidad formativa 3: Instalaciones automatizadas en viviendas y edificios.

El trabajo desarrolla y ejemplariza la inclusión de los métodos de prevención de averías utilizados en la industria, de forma que el alumno asimile los procedimientos, siendo competente en la realización de planes de mantenimiento y adquiriendo una metodología de trabajo que le será útil a la hora de afrontar el módulo de Formación en Centros de Trabajo.

## 2. Definición y contexto del problema

Dentro del CFGS Sistemas electrotécnicos y automatizados no encontramos bajo un único módulo formativo la formación en diagnóstico y reparación de averías y mantenimiento preventivo, sino que está contemplado en diferentes módulos tal como se muestra en el siguiente cuadro resumen:

Tabla 1. Módulos que contienen Resultados de Aprendizaje en diagnóstico de averías y mantenimiento

Módulo formativo	RA en detección y reparación de averías	RA en mantenimiento preventivo
Módulo 1: Técnicas y procesos en instalaciones eléctricas	UF1	UF1
Módulo 2: Técnicas y procesos en instalaciones domóticas y automáticas	UF 1 UF2 UF 3	UF 1 UF2 UF 3
Módulo 5: Documentación técnica en instalaciones eléctricas.	/	UF 2
Módulo 7: Gestión del montaje y del mantenimiento de instalaciones eléctricas	/	UF 2
Módulo 8: Procesos en instalaciones de infraestructuras comunes de telecomunicaciones	UF1	UF1

La diferencia entre los distintos módulos es la tipología de instalación a la que se dirige o el enfoque que da a la materia, que es el caso del módulo 5 o el 7 que se centran en el trabajo documental del mantenimiento, pero en cualquier caso comparten contenidos y estos pueden ser trabajados de forma común en los 4 módulos. Además, si realizamos el mismo análisis centrándonos en este caso en los contenidos veríamos que en casi la totalidad de los módulos de este ciclo formativo se trabajan contenidos en mantenimiento y averías, aunque no contengan resultados de aprendizaje referentes a estos conceptos.

Es gracias a esta similitud en los diferentes módulos que podremos definir el primer problema de este proyecto:

### Desarrollar material didáctico de mantenimiento preventivo y detección de averías.

Por otro lado tendremos que estudiar las particularidades que presenta la unidad formativa 3 del módulo 2, que es objeto de este trabajo, y que vienen definidas por los siguientes RA y contenidos relacionados con el mantenimiento y las averías:

- **Resultados de aprendizaje:**

3. Diagnostica averías en instalaciones automatizadas en viviendas edificios, localizando la disfunción, identificando las causas y aplicando protocolos de actuación.

3.1. Identifica los puntos críticos de una instalación automatizada en viviendas o edificios.

3.2. Propone posibles causas de avería.

3.3. Define un protocolo de actuación para la localización y solución de averías.

3.4. Realiza las medidas oportunas para localizar la avería.

3.5. Propone ajustes y otros puntos de mejora para que no vuelva a producirse la avería.

3.6. Elabora registros de averías.

3.7. Actúa con responsabilidad.



4. Realiza el mantenimiento predictivo y preventivo de instalaciones automáticas de edificios, aplicando el plan de mantenimiento y la normativa relacionada.

- 4.1. Identifica las operaciones de mantenimiento en instalaciones automáticas en viviendas y edificios.
- 4.2. Planifica el mantenimiento preventivo.
- 4.3. Elabora el procedimiento de actuación para cada tipo de sistema.
- 4.4. Establece los parámetros básicos que se deben comprobar en la instalación.
- 4.5. Determina los elementos más usuales susceptibles de ser intervenidos.
- 4.6. Sustituye elementos de las instalaciones automáticas.
- 4.7. Programa y ajusta elementos y equipos.
- 4.8. Cumple las normas de prevención de riesgos laborales (incluidas las de seguridad frente al riesgo eléctrico) y de prevención.
- 4.9. Elabora documentos de registro e histórico de averías.
- 4.10. Resuelve satisfactoriamente los problemas que se presentan.

- **Contenidos:**

3. Diagnóstico de averías en instalaciones automáticas en viviendas y edificios:

- 3.1. Determinación de los puntos críticos de la instalación.
- 3.2. Protocolos de actuación.
- 3.3. Diagnóstico y localización de averías.
- 3.4. Técnicas de ajuste en sistemas automáticos, ajuste de elementos de protección, ajuste de elementos programables, ajuste de elementos E/S.
- 3.5. Registro de averías.
- 3.6. Normas de calidad en la localización de averías en las instalaciones automatizadas en viviendas y edificios.

4. Realización del mantenimiento predictivo y preventivo en instalaciones automáticas en viviendas y edificios:

- 4.1. Operaciones de mantenimiento en sistemas domóticos e inmóticos.
- 4.2. Mantenimiento de sistemas de comunicación en instalaciones domóticas e inmóticas.
- 4.3. Procedimientos de actuación en el mantenimiento de instalaciones y sistemas automatizados. Precauciones.
- 4.4. Ajuste de elementos y sistemas. Ajuste de programaciones. Ajuste de módulos E/S.
- 4.5. Programas de visualización, control y verificación de parámetros. Sistemas de telecontrol.

De lo anterior podemos identificar una serie de verbos (ajustar, diagnosticar, verificar, prevenir, medir, realizar, programar...) que destacan el carácter práctico de los contenidos y que llevan a definir el segundo y último problema del proyecto:

**Desarrollar el procedimiento de realización de actividades de taller que contemple lo anteriormente descrito y a la vez congenie con la programación de la unidad formativa.**

Y con los dos problemas planteados anteriormente, a continuación se propondrá la solución a los mismos con el fin de responder a los objetivos de este proyecto definidos en la introducción.

### 3. Descripción de la solución

Con el fin de atacar los dos problemas de la mejor manera, separaremos el estudio en dos apartados fácilmente identificables: “Material didáctico” y “Procedimiento de actividades de taller”.

#### 3.1. Material didáctico

Tal como se explicaba anteriormente, el mantenimiento y diagnóstico de averías son contenidos transversales a la mayoría de los módulos. Tras realizar un nuevo análisis de los resultados de aprendizaje y los contenidos del CFGS podemos identificar un conjunto de conceptos que serán trabajados de manera común a lo largo de los estudios profesionales:

- Actuaciones de mantenimiento eléctrico.
- Programación del mantenimiento eléctrico.
- Documentación y manuales de mantenimiento.
- Coste del mantenimiento.
- Averías en instalaciones eléctricas.
- Previsión de averías eléctricas.
- Seguridad frente al riesgo eléctrico.

Éstos nos permiten dar solución al problema inicial, que era el de “Desarrollar material didáctico de mantenimiento preventivo y detección de averías”, ya que podemos diseñar un conjunto de materiales que nos permitirán trabajar de manera común en la totalidad del ciclo. De esta forma evitaremos un proceso formativo desestructurado, por parte del departamento eléctrico, durante el proceso inicial del estudiante de adquirir conocimientos de mantenimiento y averías.

A partir de esta base documental que expondremos en el apartado “Resultados”, cada profesor de los diferentes módulos únicamente deberá explicar aquella parte que contemple su módulo definido en el decreto, quedando a decisión del docente profundizar en aquellos aspectos particulares de su materia. En este caso también se dará respuesta a las necesidades de la UF3: “Instalaciones automatizadas en viviendas y edificios”; del módulo 2.

#### 3.2. Procedimiento de actividades de taller

En el segundo problema del proyecto planteábamos la necesidad de trabajar los resultados de aprendizaje de la UF 3 del módulo 2 a partir del desarrollo de las actividades de taller, ya que identificábamos el carácter práctico de los mismos, y asegurando que este procedimiento congeniara con la programación de dicha unidad.

No podemos partir de una programación universal, ya que depende únicamente de los criterios de cada docente, pero contextualizaremos el problema en una estructura base del módulo que consideraremos de hipótesis. Tomaremos el reparto siguiente de horas del módulo:

*Tabla 2. Estructura cronológica del módulo*

Set. 33	UF 3
	UF 2
Set. 1	UF1

Tabla 3. Ordenación cronológica de Unidades Formativas

MF 2 Técnicas y procesos en instalaciones domóticas y automáticas		
UF	Horas mínimas + HLLD	Duración total
UF1 Automatización industrial cableada.	68 + 15	83 h
UF2 Automatización industrial con autómatas programables.	55 + 10	65 h
UF3 Instalaciones automatizadas en viviendas y edificios.	75 + 8	83 h
TOTAL		231 h

Diseñando la estructura de la unidad formativa 3 de la manera siguiente:

Tabla 4. Núcleos formativos, ordenación cronológica y relación de los contenidos, resultados de aprendizaje y criterios de evaluación de evaluación

Núcleos formativos (NF)	Nombre	Contenidos	Resultados de aprendizaje (RA)	Criterios de evaluación (CA)	Duración
1	Planificación de instalaciones automatizadas en viviendas y edificios	1	1 / 2	1.1 / 1.2 / 1.3 / 1.4 / 1.5 / 1.6 / 1.7 / 2.1 / 2.3	13 h
2	Instalación y montaje de instalaciones automatizadas en viviendas y edificios	2	1 / 2 / 3 / 4	1.8 / 1.9 / 2.2 / 2.4 / 2.5 / 2.6 / 2.7 / 2.8 / 2.9 / 2.10 / 3.1 / 3.2 / 3.3 / 3.4 / 3.7 / 4.1 / 4.2	60 h
3	Mantenimiento, diagnóstico de averías y reparación de instalaciones automatizadas en viviendas y edificios	3	3	3.1 / 3.2 / 3.3 / 3.4 / 3.5 / 3.6 / 3.7	10 h
		4	4	4.1 / 4.2 / 4.3 / 4.4 / 4.5 / 4.6 / 4.7 / 4.8 / 4.9 / 4.10	
TOTAL					83 h

De esta manera hemos incluido ciertos criterios de evaluación, referentes al diagnóstico de averías y al mantenimiento, en el núcleo formativo 2, ya que consideramos que es aquel que contendrá una carga más práctica en el taller de instalaciones. Así podremos dar solución al segundo problema planteado, desarrollando un procedimiento metódico en la realización de estas prácticas y, a la vez, estandarizando la totalidad de las mismas.

Finalmente, podremos explicar los contenidos, desarrollados en el material didáctico al que nos referíamos anteriormente, en el núcleo formativo 3.

## 4. Resultados

A continuación se muestran las soluciones a los dos problemas anteriormente planteados y se resuelven los objetivos del trabajo.

### 6.1. Material didáctico

#### S.1 Mantenimiento Eléctrico y Actuaciones

##### Contenidos

**Mantenimiento eléctrico:** Conjunto de actuaciones (**intervenciones**) que realiza el instalador eléctrico para prevenir futuras averías de una instalación, reparar las que ya se hayan producido y asegurar, de esta forma, el servicio continuado de la instalación.

Y es en el sentido de esta definición que debemos preguntarnos, **¿cómo y cuándo se realiza el mantenimiento?**

El mantenimiento se define según su tipología de actuación tomando la **avería o fallo** como punto de partida y final. Según si preceden o siguen al fallo, existen los siguientes tipos de actuaciones en mantenimiento:



Imagen A. Tipo de mantenimiento ante un fallo o avería

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo:
  - Basado en tiempo (TBM)
  - Basado en condición (CBM)
  - Basado en fiabilidad (RCM)

##### ➤ Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento es el único que se realiza tras aparecer una avería de forma que su objetivo es corregir o solucionar el fallo para restablecer la productividad de la instalación. Por sí solo no representa un método de actuación de mantenimiento de las instalaciones, ya que no impide reducir el riesgo de parada de la instalación, sino que da nombre al hecho de realizar la reparación.

El mantenimiento correctivo implica paradas en la instalación, interrupción de la producción, costes elevados de producción, stock total de piezas de recambio y, por lo tanto, costes de almacenaje.

##### ➤ Mantenimiento TBM

El mantenimiento basado en tiempo o **preventivo planificado** tiene por finalidad adelantarse a la avería reparando o sustituyendo los elementos de una instalación, respetando la vida útil de los mismo, que vendrá definida por el criterio del fabricante o por la identificación de los instaladores eléctricos responsables de dicha instalación.

Para ello se realizarán seguimientos continuos de los elementos de la instalación a partir de la documentación que proporciona el fabricante. De esta manera se sustituirán las piezas sin esperar a llegar a su fin de vida ni a su avería, realizando este tipo de mantenimiento en horas que no alteren la producción del sistema o aprovechando las circunstancias de parada de la planta.

Tabla A. Ventajas y requerimientos del mantenimiento TBM

Requerimientos	Ventajas
Disponer de toda la documentación de la instalación i fichas técnicas.	Reducción de las paradas y aumento de la fiabilidad de la instalación.
Seguimiento periódico de la instalación.	Reducción del almacenaje de piezas y compra selectiva.
Calendario de intervenciones.	Prolongación de la vida útil de la instalación.
Aprovisionamiento de recambios, herramientas y equipamiento necesario para las reparaciones.	Reducción del tiempo de avería o parada.
Disponer de un histórico de intervenciones.	Sistema organizado de mantenimiento.

### ➤ Mantenimiento CBM

El mantenimiento basado en condición o **predictivo** se fundamenta en el uso de herramientas con el fin de adquirir información del deterioro de los elementos de una instalación y crear una base de conocimientos que permita inferir riesgos de fallo y desarrollar estrategias para decidir cuándo realizar la intervención o diferirlo en función del riesgo de parada.

Se trata de un **proceso monitorizado** en el que el objetivo es disponer de la máxima cantidad de datos objetivos que nos ayuden a determinar el momento en el que se producirá una avería y determinar así el momento oportuno para actuar. El conjunto de datos nos permite representar una línea de tendencia que representa la condición de un elemento o instalación en función de los trabajos de análisis realizados:

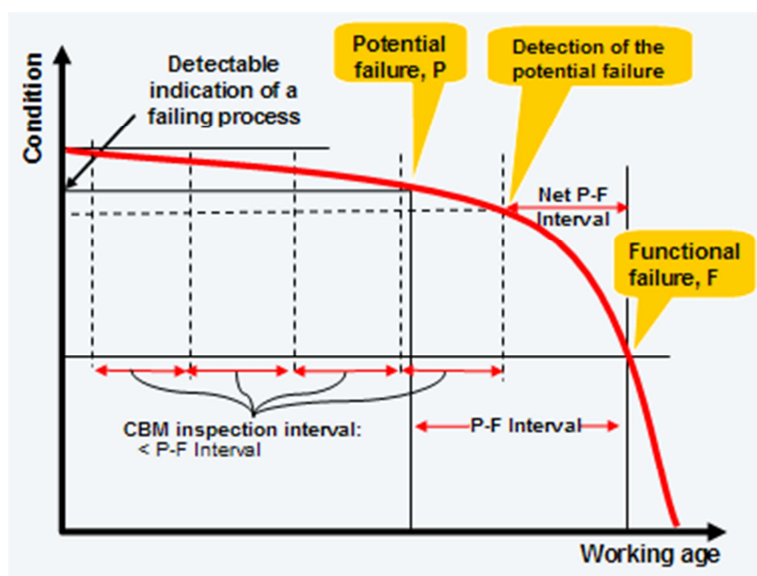


Imagen B. Condicionalidad de un equipo dependiendo del tiempo de trabajo

Tal como muestra el gráfico, a lo largo de un proceso de trabajo en el que analizaríamos la instalación y comparándolo con el punto en que el elemento fallaría, según la vida útil determinada por el fabricante, podemos detectar indicios de fallo que pueden determinar si deberemos adelantar la sustitución o reparación del equipo.

Este análisis vendrá caracterizado por parámetros medibles que monitorizaremos en tiempo real: temperatura, consumo energético, vibraciones, cualidades de aceites y otros refrigerantes, corrosión, comprobaciones eléctricas, ensayos no destructivos y rendimiento.

Este método de mantenimiento mejora la efectividad del TBM, reduciendo la probabilidad de fallo intempestivo o inesperado de los elementos que conforman una instalación, esclareciendo los motivos de una avería y permitiendo observar la evolución de un fallo para poder ser evitado en futuros casos.

### ➤ Mantenimiento RCM

El mantenimiento basado en fiabilidad o **productivo total** es un método estructurado de análisis de criticidad con el objetivo de estimar cuantitativamente la influencia del mantenimiento, con la finalidad de mejorar la seguridad, la disponibilidad y los costes de mantenimiento y planificación.

Este método se basa inicialmente en un conjunto de intervenciones que reducen la probabilidad de fallo e incrementa la disponibilidad de la planta: tareas de mantenimiento agrupadas en el **Plan de Mantenimiento**, modificaciones y mejoras de la instalación, formación continua de los técnicos responsables de mantenimiento y determinación del stock de piezas de recambio.

Posteriormente, este método se basa en el análisis de fallos producidos y predichos mediante la cumplimentación de varias fases analíticas para cada uno de los sistemas que componen la instalación:

- **Fase 0: Codificación y listado** de los elementos que conforman la instalación.
- **Fase 1: Estudio del funcionamiento del sistema** mediante esquema de conexión, esquema lógico, esquema funcional i otros diagramas característicos de cada tipo de instalación.
- **Fase 2: Determinación de fallos funcionales y fallos técnicos.**
- **Fase 3: Determinación de las causas de fallo** de la fase anterior.
- **Fase 4: Estudio de las consecuencias** de cada fallo clasificándolos por críticos, importantes o tolerables.
- **Fase 5: Determinación de medidas preventivas.**
- **Fase 6: Agrupación de las medidas preventivas por categorías.** Desarrollo del Plan de Mantenimiento.
- **Fase 7: Puesta en marcha de las medidas preventivas.**

Este método de mantenimiento mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos, analiza todas las posibilidades de fallo, tanto propias del equipo así como las causadas por actos personales, y determina las acciones que garantizarán la máxima disponibilidad de la instalación, siendo éste la máxima evolución del mantenimiento preventivo.

## Práctica 1: Elementos de una Subestación AT

### Objetivo

La siguiente práctica tiene por objetivo identificar los elementos de una subestación eléctrica de alta tensión, con el fin de crear una base de datos que nos permita consultar, en caso de realizar un mantenimiento, qué recambios son necesarios y quién puede proveerlos.

### Conceptos

Una **subestación eléctrica** es un conjunto de elementos, con ubicación común, de aparataje eléctrico e infraestructura, con el fin de transformar la tensión, frecuencia o número de fases; rectificar, compensar el factor de potencia o conectar y desconectar circuitos.

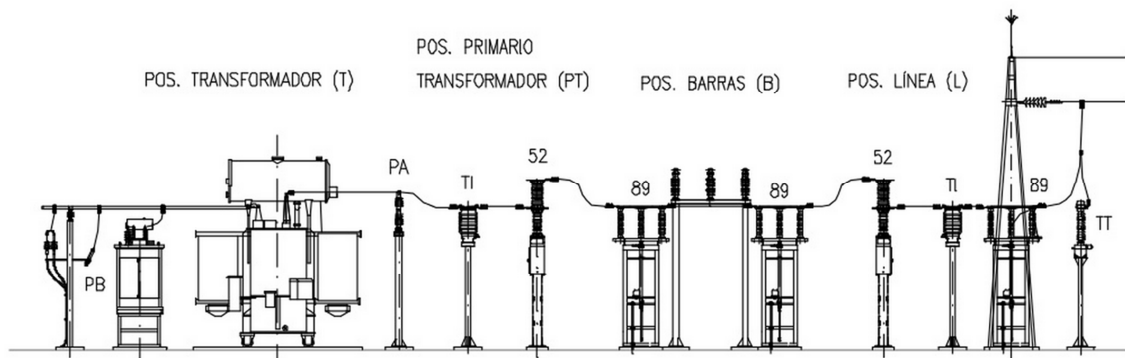


Imagen C. Partes principales de una subestación

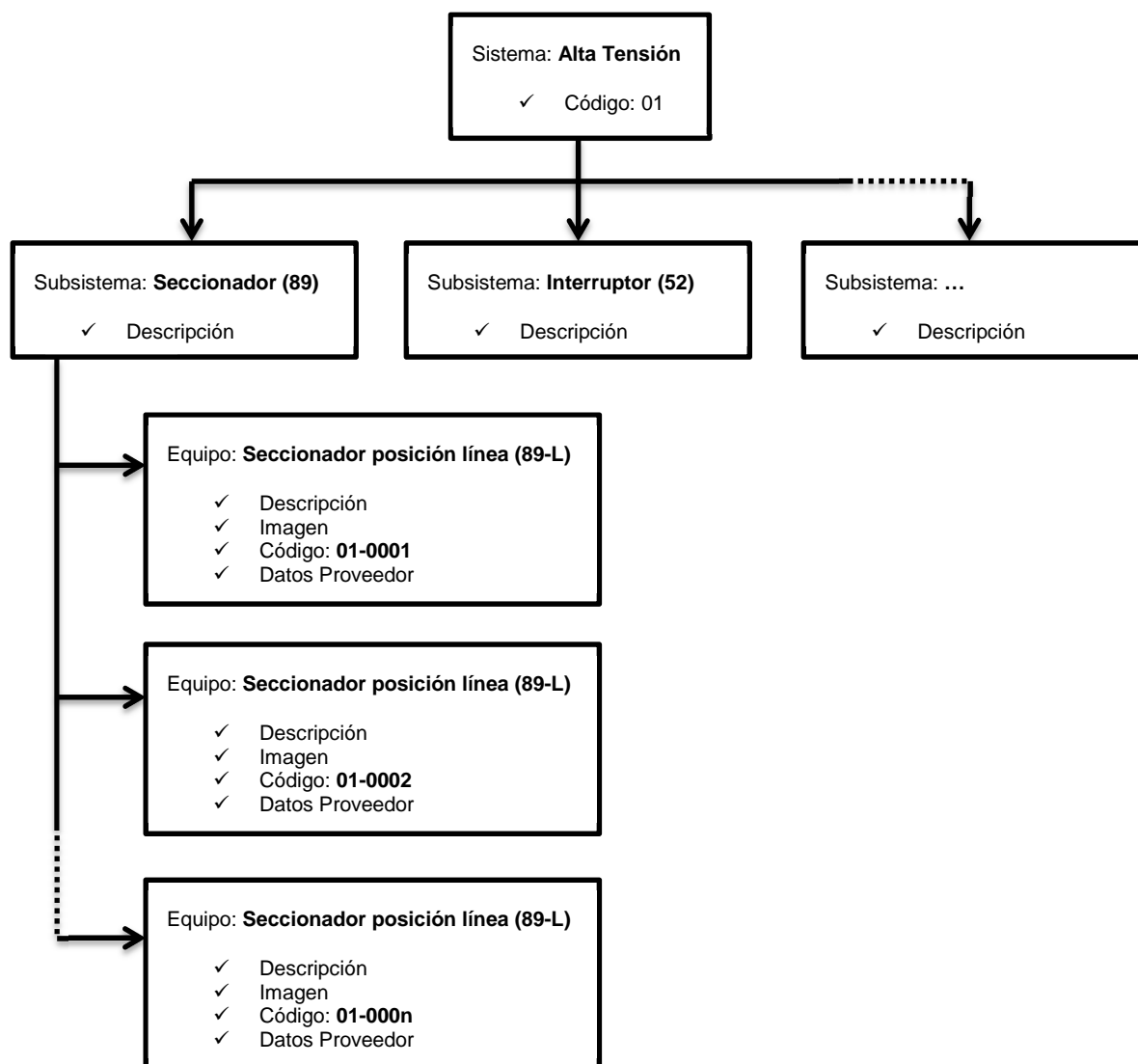
Tal como muestra la anterior imagen, una subestación eléctrica simple está compuesta, de derecha a izquierda, por los siguientes elementos:

- Posición línea (L):
  - Llegada de línea AT
  - Aislamiento eléctrico y puesta a tierra (89)
  - Medida: Transformador de tensión (TT)
  - Medida: Transformador de corriente (TI)
  - Interruptor (52)
- Posición de barras (B):
  - Seccionador línea-barra (89)
  - Seccionador barra-línea (89)
- Posición primario transformador (PT)
  - Interruptor (52)
  - Medida: Transformador de corriente (TI)
  - Para rayos (PA)
- Posición transformador (T)
  - Transformador
  - Medida: Transformador de tensión (TT)
  - Para rayos (PB)

## Descripción

En la realización de planes de mantenimiento, tener bien registrada la información sobre nuestra instalación puede ser clave en la reparación de uno de nuestros equipos. Para facilitar esta tarea de registro y la posterior consulta, los diferentes programas de gestión del mantenimiento ordenan la información esquemáticamente con estructura de árbol.

Respetando la siguiente estructura:



Realizar una búsqueda de proveedores y fabricantes de equipos de alta tensión y generar una hoja de cálculo (EXCEL) que permita filtrar los diferentes equipos según los campos que aparecen en el esquema anterior:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Sistema	Código Sistema	Subsistema	Equipo	Código Equipo	Descripción	Imagen	Proveedor	Datos Proveedor
2									
3									
4									
5									

Imagen D. Ejemplo de hoja de cálculo



## S.2 Programación, Documentación e Históricos de Mantenimiento

### Contenidos

La utilidad del mantenimiento está relacionada con el cumplimiento de objetivos tales como maximizar la fiabilidad de un sistema o la productividad del mismo, pero **¿cómo realizamos el mantenimiento de forma que garanticemos esos objetivos y cómo identificamos que verdaderamente estemos consiguiéndolo?**

La programación del mantenimiento conlleva la realización de un buen Plan de Mantenimiento. Un **Plan de Mantenimiento** es aquella programación temporal donde se describen las fechas y el alcance de las actividades de mantenimiento e inspección a realizar que aseguren el funcionamiento de los elementos de una instalación. El momento perfecto para desarrollar un plan es durante la instalación de los elementos que conformen nuestro sistema, justo antes de entregar la obra al cliente.

La creación del Plan de mantenimiento empieza con la recopilación de información sobre la instalación: listado de material, planos, características de los materiales, consejos y guías del fabricante, manuales de funcionamiento y listado de recambios básicos y de futuras reparaciones. Posteriormente se creará el programa siguiendo los puntos que se indican a continuación:

- Crear el archivo de toda la información recopilada.
- Cumplimentar fichas con información de los diferentes materiales que utilizaremos.
- Listar las piezas necesarias y las disponibles en stock.
- Elegir el tipo de actuación de mantenimiento.
- Programar el calendario de intervenciones de acuerdo con las paradas de producción.
- Organizar las intervenciones para los diferentes equipos de personal responsable.
- Crear los planes de intervención donde se especifique el protocolo de actuación para cada tipo de avería o recambio que deberá seguir el personal responsable.
- Determinar los recursos humanos para cada avería o recambio.
- Asegurar el control y seguimiento de las intervenciones.

Sistema de captación		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original.
Cristales	6	IV diferencias entre captadores.
Juntas	6	IV condensaciones y suciedad
Absorbedor	6	IV agrietamientos, deformaciones
Carcasa	6	IV corrosión, deformaciones
Conexiones	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Estructura	6	IV aparición de fugas
Captadores*	12	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de captadores
* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.1.		
(1) IV: inspección visual		
Sistema de acumulación		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

Imagen E. Ejemplo de programación en un Plan de Mantenimiento

Debido a la complejidad en la creación y seguimiento de los Planes de Mantenimiento, en todos los departamentos de mantenimiento existirá la figura del Técnico Responsable de

instalación, quien se responsabilizará de la gestión, modificación y mejora de los planes, y de la adecuada formación de los instaladores eléctricos o demás profesionales que participen.

➤ **Documentos**

Para la buena organización del mantenimiento se requerirá archivar la siguiente documentación:

- **Dosieres técnicos:** Documentos técnicos, planos esquemas, programas informáticos, catálogos, noticias técnicas y direcciones de los proveedores.
- **Dosieres de mantenimiento:** Equipamiento y funcionalidades, tareas a realizar, procedimientos de intervención, acciones, programaciones, datos obtenidos de la propia instalación y listados de piezas de recambio.
- **Formación continuada:** Libros técnicos, material didáctico de los cursos de formación, nuevos catálogos y avances tecnológicos.

➤ **Histórico**

En el control de la instalación también será conveniente archivar el histórico de la misma, permitiendo conocer en todo momento: el proyecto inicial de la instalación, las adquisiciones de materiales realizadas con anterioridad, fechas de entrada en servicio y parada de la instalación, calendarios anteriores de actuación, responsables que actuaron en los diferentes procedimientos y el procedimiento por el cuál actuaron, así como todas las mejoras o modificaciones que se hayan ido realizando.

## Práctica 2: Mantenimiento Asistido por Ordenador

### Objetivo

La siguiente práctica tiene por objetivo introducir al alumno en la utilización de programas de gestión del mantenimiento con el fin de que sea capaz de entender, de forma básica, su funcionamiento.

### Conceptos

Hoy en día para el desarrollo de planes de mantenimiento existen programas de **Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador** (GMAO). Estos programas permiten gestionar los planes de actuación de forma sencilla, administrar los equipos que conforman la instalación, las incidencias y el personal, así como calcular el coste de las intervenciones.

Hay números programas, pero conllevan un coste extra debido al pago de licencias. El software RENOVE-GEM ofrece una versión gratuita para la administración del mantenimiento que puede ser utilizado tanto en el ámbito académico como en la pequeña y mediana empresa.

Santiago García. You Tube. 2013. *Presentación Software gratuito RENOVE-GEM*. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=ngHLX2YCTPU&feature=youtu.be>

Renovetec. 2013. *RENOVE-GEM, el software de mantenimiento de descarga gratuita*. Disponible en: <http://www.renovetec.com/index.php/86-renovetec-ingenieria/331-renove-gem>

### Descripción

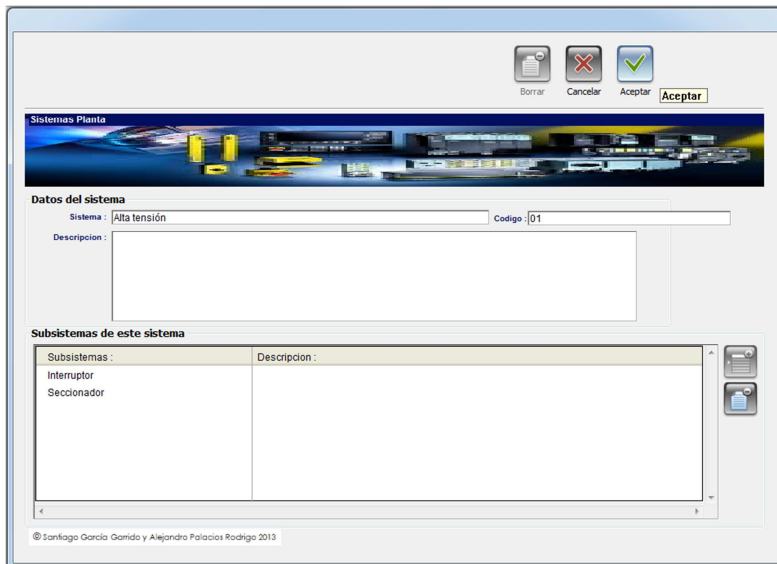
A partir de los datos encontrados en la práctica 1, completar los pasos que se dan a continuación con el fin de implementar nuestra base de datos de equipos en el programa RENOVE-GEM.

1. Ejecutar el programa **RENOVEGEM.exe**



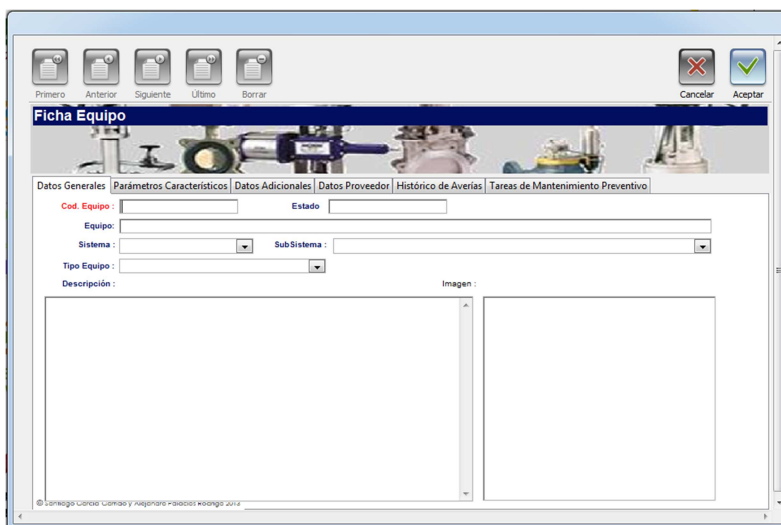
Imagen F. Pantalla principal de RENOVE-GEM

2. Pulsar en **Sistemas** → **Añadir**



*Imagen G. Pantalla de creación de sistemas*

3. Implementar todos los datos
4. Añadir los diferentes subsistemas
5. Pulsar **Aceptar**
6. Pulsar nuevamente **Aceptar**
7. Pulsar **Equipos** → **Añadir**



*Imagen H. Pantalla de creación de equipos*

8. Implementar los equipos con los datos de la práctica 1

## S.3 Averías en Instalaciones Eléctricas y Coste del Mantenimiento

### Contenidos

La complejidad de las instalaciones puede ser muy diversa, pero debemos acotar el conjunto de averías para los diferentes tipos de elementos que componen nuestro sistema. Identificar los posibles fallos para las diferentes partes de nuestra instalación facilitará el posterior análisis, la creación de nuestro Plan de Mantenimiento y, en definitiva, diagnosticar lo que está pasando para determinar, de la manera más rápida, las intervenciones que realizará el instalador.

Podemos clasificar el conjunto de averías eléctricas de un sistema, según su naturaleza, en **defectos eléctricos**:

Tabla B. Conjunto de averías por defecto eléctrico

Defectos eléctricos	Causas	Efecto
<b>Falta en el suministro</b>	Fallo parcial o total del suministro debido al disparo de una protección o a la no continuidad del circuito.	Mal funcionamiento de receptores, paradas, calentamiento de la instalación y vibraciones.
<b>Fallo de contacto</b>	Defecto en las diferentes conexiones de la instalación.	Falta en el suministro, arcos eléctricos, caídas de tensión y arcos eléctricos.
<b>Cortocircuito</b>	Externas a la instalación o defectos de contacto entre circuitos.	Riesgo de incendio, calentamiento de la instalación y degradación de la misma.
<b>Defecto de infraestructura</b>	Rotura de los elementos de sujeción, mala limpieza o revisión y mal acondicionamiento de la instalación.	Averías diversas de constatación visual.
<b>Defecto a tierra</b>	Contactos directos, indirectos y deficiencias de aislamiento.	Desconexión diferencial y contactos a personas.
<b>Rotura de componentes</b>	Elementos pasivos quemados y funcionamiento incorrecto de contactores.	Olor, mal funcionamientos, vibraciones y funcionamiento irregular de la instalación.
<b>Receptores</b>	Compatibilidad electromagnética de los equipos y características propias de los receptores.	Perturbaciones eléctricas.

Tal como muestra la tabla, las averías podrán aparecer en cualquier lugar de la instalación, pudiéndose clasificar todos los fallos que aparezcan en nuestra instalación, con el objetivo de generar un análisis de fiabilidad, según dónde hayan ocurrido:

- En las instalaciones de suministro y distribución.
- En cuadros de protección y maniobra.
- En los circuitos de derivación.
- En automatismos de mando y control.
- En los receptores.

### ➤ Coste del Mantenimiento

El fin de las actividades de mantenimiento es mantener en buenas condiciones los equipos. Las propias averías suponen un coste adicional de la instalación, por este motivo, realizar mantenimientos continuos evitará el derroche económico y asegurarán la perdurabilidad de nuestro sistema.

Por otro lado, desarrollar un Plan de Mantenimiento supone la contratación de técnicos electricistas especializados que suponen un coste adicional en personal. Buscar la forma más eficaz y económica para asegurar la fiabilidad de nuestra instalación será el máximo objetivo y, en este sentido, las tareas de mantenimiento deberán minimizar los fallos en base a un análisis coste-beneficio que evalúe los siguientes aspectos:

- **Inspección:**
  - ✓ Tareas a realizar.
  - ✓ Tiempo de desplazamiento y coste.
  - ✓ Servicios contratados.
  - ✓ Tiempo de formación y coste.
  - ✓ Análisis y redacción de los resultados.
  - ✓ Apoyo técnico y gestión de la actividad.
  - ✓ Personal de apoyo.
- **Mantenimiento:**
  - ✓ Coste de interrupción.
  - ✓ Tareas a realizar.
  - ✓ Tiempo de desplazamiento y coste.
  - ✓ Servicios contratados.
  - ✓ Tiempo de formación y coste.
  - ✓ Gestión de piezas de recambio.
  - ✓ Gestión maniobras de descargo.

➤ **Previsión de Averías: Funciones del Electricista**

En la previsión de las averías será imprescindible el papel del electricista. A través de las intervenciones que marcará el Plan de Mantenimiento, el electricista será el responsable de seguir los protocolos de mantenimiento con el fin de realizar las paradas en la instalación, necesarias para realizar las revisiones periódicas o los correctivos. Pero su trabajo no se limitará a las actuaciones pertinentes, también serán responsabilidades de su cargo, pese a la existencia de un **técnico responsable de grupo**, el conjunto de operaciones que forman parte, tanto en su creación y revisión como en el análisis y mejora, del Plan de Mantenimiento.

### Práctica 3: Coste de mantenimiento y previsión

#### Objetivo

La siguiente práctica tiene por objetivo introducir al alumno en el análisis de problemas básicos que pueden aparecer a la hora de tomar decisiones en cuanto al tipo de mantenimiento que se quiera realizar o a que proveedor contratar.

#### Descripción

Realizar los siguientes problemas:

##### Problema 1

Tenemos que estudiar la renovación del contrato de mantenimiento que nuestra empresa tiene firmado con la empresa subcontratada para el mantenimiento preventivo de nuestros equipos productivos.

La oferta de la empresa de mantenimiento es de 550 euros semanales. Los datos de la empresa de mantenimiento revelan que desde que se firmó el contrato de mantenimiento se observa una media de 1,75 fallos semanales, con un coste medio por fallo de 750 euros.

Con anterioridad a dicho contrato el coste medio por avería era de 950 euros y el registro de averías mostraba los siguientes datos:

Tabla C. Registro de averías

Nº de Averías	0	1	2	3	4
Nº de semanas que registran igual nº de averías	1	4	4	11	8

¿Deberíamos renovar el contrato de mantenimiento?

*Solución.*

- ✓  $N^{\circ}$  medio de averías semanales =  $(15 \cdot 1 + 18 \cdot 2 + 6 \cdot 3 + 8 \cdot 4) / (2 + 15 + 18 + 6 + 8)$   
= **2,75 averías/semana**
- ✓ Coste sin contrato =  $2,75 \text{ averías/semana} \cdot 950 \text{ €/avería} = \mathbf{2475 \text{ €/semana}}$
- ✓ Coste con contrato =  $1,75 \text{ averías/semana} \cdot 750 \text{ €/avería} + 550 \text{ €/semana} = \mathbf{1862,5 \text{ €/semana}}$
- ✓ Coste con contrato < Coste sin contrato
- ✓ **Sí deberíamos renovar el contrato de mantenimiento.**

## Problema 2

Nuestra empresa ha sometido 500 piezas a 3000 horas de prueba en sus laboratorios: 80 piezas fallaron a las 700 horas, el 25% lo hizo después de 1200 horas y el resto de piezas no fallaron en las 3000 horas.

Calcular el índice de fallos y el tiempo medio entre fallos.

*Solución.*

- ✓ Índice de fallos =  $(80 + 0,25 \cdot 500) / 500 = \mathbf{0,41}$
- ✓ Tiempo total de operación =  $500 \cdot 3000 = \mathbf{1500000 \text{ h}}$
- ✓ Tiempo no operativo =  $(3000 - 700) \cdot 80 + (3000 - 1200) 0,25 \cdot 500 = \mathbf{409000 \text{ h}}$
- ✓ Tiempo operativo =  $1500000 - 409000 = \mathbf{1091000 \text{ h}}$
- ✓ Índice de fallos hora =  $(0,41 \cdot 500) / 1091000 = \mathbf{1,88 \cdot 10^{-4} \text{ fallos/h}}$
- ✓ Tiempo medio entre fallos =  $1 / 1,88 \cdot 10^{-4} = \mathbf{5319,15 \text{ h}}$

## Problema 3

En un taller de fabricación disponemos de 11 armarios de compensación reactiva con 12 condensadores cada uno. El coste de los condensadores es de 2252,76 € la unidad y tienen una durabilidad de 100.000 h, unos 6 años de trabajo, en condiciones normales.

Actualmente, a causa de las deficiencias en la alimentación eléctrica debida a los armónicos, los condensadores son cambiados cada año y medio, lo que supone un coste elevado que no debería producirse.

Pedimos asesoramiento al fabricante y nos informa de que instalando reactancias antiarmónicos conseguiremos alargar la vida de los condensadores al tiempo estándar, pero que supondrá una inversión de 40047,31 €.

Calcular la evolución de la inversión a lo largo de 6 años.

*Solución.*

- ✓ Coste condensadores:  $11 \cdot 2252,76 = \mathbf{24780 \text{ €}}$

Tabla D. Evolución de la inversión

Año	0	1	2	3	4	5	6
Inversión [€]	-40047						
Recambio de condensadores [€]	0	0	0	0	0	0	-24780
Ahorro en condensadores [€]	0	0	24780	0	24780	0	24780
Liquidez [€]	-40047	-40047	-15267	-15267	9513	9513	9513



## S.4 Calidad del Suministro Eléctrico

### Contenidos

Los defectos eléctricos vienen generados por varias causas y afectan a la instalación de diversas maneras, pero, a causa del gran aumento de **receptores electrónicos**, hoy en día la mayor preocupación de los electricistas en el cuidado de las instalaciones es la calidad del suministro eléctrico.

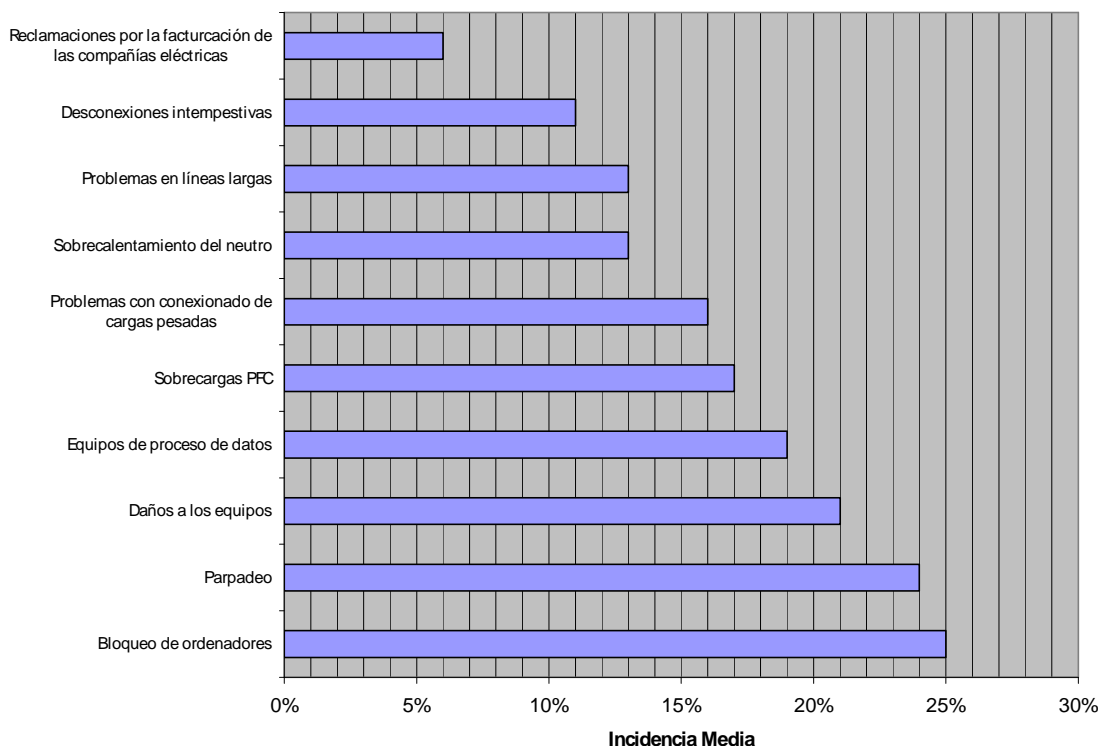


Imagen 1. Incidencia media de incidencias eléctricas para la UE

Se entiende por **Calidad del Suministro Eléctrico**, a la adecuación de los parámetros eléctricos: tensión, frecuencia y forma de onda; a los niveles marcados, de forma arbitraria, por la legislación o normativas. Y en este sentido podremos tener una mala calidad del suministro debido a diferentes perturbaciones o al efecto de instalaciones próximas.

### ➤ Perturbaciones Eléctricas

Las perturbaciones eléctricas pueden ser clasificadas según:

- **Frecuencia:** Las perturbaciones electromagnéticas pueden ser de baja frecuencia, de hasta 30 MHz, o de alta frecuencia, a partir de 30 MHz.
- **Propagación:** Las perturbaciones pueden ser conducidas, si se propagan por el mismo circuito mediante corrientes producidas por diferencia de potencial, o radiadas, si se propagan sin la necesidad de conexión física y a través de campos electromagnéticos.
- **Naturaleza Temporal:** Las perturbaciones pueden ser permanentes, si son de duración prolongada, o transitorias, si son de aparición espontánea.

Y en este sentido, la norma UNE 50160 clasifica las perturbaciones eléctricas de la siguiente manera:

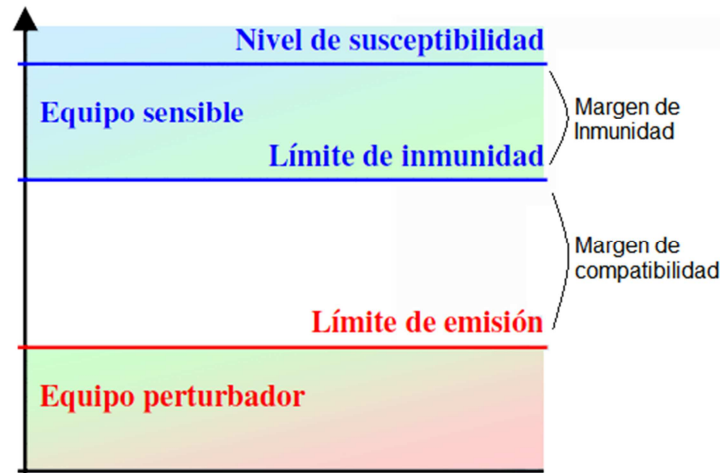
Tabla E. Definición de perturbaciones según UNE 50160

Parámetro	Nombre	Definición
<b>Amplitud</b>	Fluctuación de tensión	$\Delta U < 10\% U_{ref}$
	Hueco de tensión	$90\% U_{ref} > U > 1\% U_{ref}$ $10ms < \Delta t \leq 1 \text{ min}$
	Interrupción alimentación:	
	Corte breve	$U < 1\% U_{ref}, \Delta t \leq 3 \text{ min}$
	Corte largo	$U < 1\% U_{ref}, \Delta t > 3 \text{ min}$
<b>Forma de onda</b>	Sobretensión temporal	Sobretensión relativamente larga
	Variación de tensión	Aumento o disminución de tensión
	Sobretensión transitoria	$\Delta t = de \quad ns \quad a \quad ms$
	Tensión armónica	$f_{armónico} = n \cdot f_{fundamental}$ $n = entero$
	Tensión interarmónica	$f_{interarmónico} = m \cdot f_{fundamental}$ $m = no \quad entero$
<b>Frecuencia</b>	Señales de información transmitidas por red	$110 \text{ Hz} \leq f \leq 148,5 \text{ kHz}$ e impulsos de corta duración
	Variaciones de frecuencia	$f \neq 50 \text{ Hz}$
<b>Simetría</b>	Desequilibrios de tensión	$ U_R  \neq  U_S  \neq  U_T $ y/o $\varphi_{R,S} \neq \varphi_{S,T} \neq \varphi_{T,R} \neq 120^\circ$

### ➤ Compatibilidad electromagnética

La **Compatibilidad Electromagnética (CEM)** es la aptitud de un equipo o sistema para funcionar en su entorno electromagnético de forma correcta y sin producir perturbaciones electromagnéticas intolerables para los demás equipos de su entorno.

Para ayudar a los técnicos electricistas en la toma de decisiones sobre la disposición de los equipos en una instalación eléctrica, sin que se vean afectados por el funcionamiento de otros equipos o por la propia instalación, los receptores vendrán definidos por los niveles de susceptibilidad:



*Imagen J. Rangos de compatibilidad electromagnética*

- Nivel de **susceptibilidad**: Nivel de perturbación a partir del cual un equipo comienza a funcionar inadecuadamente.
- Límite de **inmunidad**: Nivel normalizado de perturbación que puede soportar un equipo.
- Límite de **emisión**: Nivel normalizado de emisión de perturbaciones que un equipo no debe superar.

## Práctica 4: Gama de mantenimiento

### Objetivo

La siguiente práctica tiene por objetivo enseñar al alumno a redactar gamas de mantenimiento con el fin de protocolizar las tareas que el instalador electricista deberá realizar en el mantenimiento de un sistema.

### Conceptos

Un **grupo electrógeno** es un equipo que provee de energía eléctrica de forma autónoma ante interrupciones prolongadas y desconexiones programadas de mantenimiento. Todos los grupos están formados por: motor, panel de control, chasis de base y depósito de combustible, alternador, disyuntor de línea, protecciones y sistema de refrigeración.



Imagen K. Grupo electrógeno

La frecuencia con que debemos realizar el mantenimiento preventivo de este sistema depende del uso que se haga. Los fabricantes aconsejan que, si es utilizado únicamente en caso de emergencia para alimentar una instalación, con realizar una inspección general y mantenimiento del motor-alternador cada 3 meses es suficiente. En cambio, si la utilización es continua, deberemos realizar revisiones cada 250 o 500 horas de funcionamiento.

Realizar el mantenimiento del motor conllevará:

- Controlar el nivel de aceite
- Cambiar el aceite y los filtros de aceite
- Comprobar y sustituir los filtros de aire
- Ajuste y comprobación de correas de elementos auxiliares
- Inspección sistema de refrigeración
- Cambio de filtro de combustible

Realizar el mantenimiento del alternador conllevará:

- Inspeccionar estado de los devanados
- Mantener o recambiar el rodamiento
- Mantener la batería
- Comprobar la carga

## Descripción

Una **gama de mantenimiento** es la agrupación de tareas que el instalador electricista deberá realizar en un sistema a mantener. Las gamas de mantenimiento varían en función del tiempo de realización, pudiendo ser diarias, semanales, mensuales o anuales.

Tabla F. Ejemplo de gama de mantenimiento

Gama de Mantenimiento								
Operario	Máquina	Frecuencia				Tiempo	Responsable	Estado final Marcha/parada
Subconjunto	Tarea	diaria	semanal	mensual	anual			

Con el fin de desarrollar una gama de mantenimiento que permita inspeccionar y chequear un grupo electrógeno como el anteriormente descrito:

- ✓ Realizar una búsqueda de los procesos a seguir para realizar las tareas de mantenimiento del motor-alternador anteriormente descritas.
- ✓ Definir la gama de mantenimiento.
- ✓ Elaborar las tablas de medida y chequeo, pertinentes, que deban acompañar la gama en el momento de realizar el mantenimiento preventivo.

## S.5 Seguridad y Riesgo Eléctrico

### Contenidos

El **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, establece, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, la seguridad para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, aplicándose a las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo o a los trabajos realizados en dichas instalaciones.

En su **artículo 3** se indica que los equipos conectados a una instalación deberán ser compatibles a la propia infraestructura, según los datos del fabricante. Además, se determina que las instalaciones eléctricas serán utilizadas y **mantenidas** de forma adecuada, controlando periódicamente el funcionamiento de los sistemas de protección y demás equipos, según la experiencia del propietario de la instalación y de las indicaciones de los fabricantes e instaladores.

Para la realización de los trabajos, siempre deberán ser realizados **sin tensión**, tal como indica el artículo 4, exceptuando los siguientes casos que podrán ser realizados **con tensión**:

- Operaciones elementales de conexión y desconexión de equipos de baja tensión sin riesgo a las personas.
- Trabajos con tensiones de seguridad que no provoquen confusión en su identificación ni riesgo de quemaduras por corriente de cortocircuito.
- Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones que su normal funcionamiento lo exija, por ejemplo maniobras de interruptores, mediciones de corriente o ensayos de aislamiento.
- Instalaciones con condición de explotación o continuidad del suministro requerido.

No obstante, los procedimientos de trabajo sin tensión son expuestos en el anexo II, de este Real Decreto, y los procedimientos de trabajo con tensión en el anexo III.

#### ➤ Las 5 Reglas

Se define **Riesgo Eléctrico** como el riesgo originado por la energía eléctrica. En este sentido son incluidos:

- El choque eléctrico por contacto eléctrico directo e indirecto.
- Las quemaduras causadas por choque eléctrico o por arco eléctrico.
- Las caídas o golpes originados por las anteriores.
- Incendios o explosiones causados por electricidad.

Con el fin de evitar el Riesgo Eléctrico, todas las prevenciones y precauciones son resumidas con las 5 Reglas que originan un procedimiento de trabajo anterior a la actuación de los instaladores eléctricos, respetando la obligatoriedad de que la mayoría de trabajos deben ser realizados sin tensión. Se definen de esta manera:



Imagen L. Las cinco reglas de oro frente al riesgo eléctrico

1. Abrir todas las fuentes de tensión.
2. Bloquear los aparatos de corte de forma que no puedan cerrarse de manera accidental.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Puesta a tierra y cortocircuito de las fuentes de tensión.
5. Señalización de la zona de trabajo.

#### ➤ Equipos de Protección Individual (EPI)

La seguridad en el mantenimiento y reparación de instalaciones eléctricas está contemplada legalmente en las diferentes normas y, a su vez, sujeto a la funcionalidad de los materiales y equipos de una instalación.

En este sentido, todo el personal que trabaja con electricidad debe estar protegido frente a los efectos de la electricidad mediante el uso de equipos y materiales sea cual sea el nivel de tensión en el que trabajen. Esta protección que deben garantizarse se clasifica en:

- **Protección General:** Se aplica a equipos eléctricos y receptores con el fin de proteger a las personas que se encuentran cerca, por ejemplo protecciones contra incendios o contra contactos indirectos.
- **Protección Individual:** Se aplica individualmente a las personas mediante el uso de equipos de protección individual (EPI).

Según el Real Decreto 773/1997 se define el material EPI como cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a este fin.

## 6.2. Procedimiento de actividades de taller

Con el fin de dar respuesta a la necesidad de implantar los Resultados de Aprendizaje, relacionados con la detección de averías y el mantenimiento de instalaciones, que engloba la unidad formativa 3: Instalaciones automatizadas en viviendas y edificios; perteneciente al módulo 2: Técnicas y procesos en instalaciones domóticas y automáticas; se propone realizar las actividades de taller, utilizadas para instruir a los alumnos en la instalación de los diferentes sistemas domóticos, de la forma siguiente:

- a) Se utilizará este método, con carácter general, en la última práctica de taller de cada uno de los sistemas domóticos explicados.
- b) Los sistemas domóticos que se explican son: sistema de corrientes portadoras, instalación con autómatas programables, sistema BUS y sistema inalámbrico.
- c) El método podrá ser extendido a la totalidad del módulo o del resto de módulos según adaptación del docente responsable.
- d) Al inicio de la práctica se hará entrega a los alumnos del enunciado de la actividad, indicando los siguientes puntos:
  - a. Objetivo de la práctica.
  - b. Descripción de la instalación a montar.
  - c. Tareas a realizar:
    - i. Listar y referenciar los materiales a utilizar.
    - ii. Dibujar, si procede, el esquema de conexión, el esquema lógico, el esquema funcional y el diagrama de grupos y direcciones físicas.
    - iii. Realizar el montaje de la instalación.
    - iv. Realizar la programación de la instalación.
    - v. Transferir los datos.
    - vi. Realizar comprobaciones.
    - vii. Tomar medidas eléctricas de todos los equipos y del suministro eléctrico para cada uno de los pasos descritos en el esquema funcional, previa orden de mando y posterior a la orden de mando.
- e) Una vez realizada la práctica, el profesor responsable modificará el montaje, anteriormente realizado, con el fin de generar diferentes averías.
- f) El alumno o el grupo de trabajo en cuestión realizará las comprobaciones y medidas necesarias con el fin de encontrar la avería y repararla.
- g) Se trata de una actividad analítica, que intenta representar el trabajo de un instalador eléctrico en una línea productiva o instalación real, de forma que no se permitirá el desmontaje y posterior montaje de la instalación como solución al problema.
- h) El alumno rellenará una ficha, haciendo constancia de las averías encontradas las medidas y comprobaciones realizadas durante el análisis y los correctivos realizados para dar solución a la avería.
- i) Se propondrán actividades complementarias que ayuden a sintetizar los conocimientos adquiridos durante las sesiones magistrales y prácticas.
- j) El alumno entregará un informe de prácticas que incluya todos los aspectos anteriores, tal como se ejemplariza a continuación y en el mismo formato:



*(Insignia del centro)*

## **Nombre de la práctica**

*Nombre del módulo*

**Autor:**

**Grupo:**

**Nº actividad:**

**Profesor:**

**Fecha:**

**Curso:**

(Nº de página)

## Índice

- Objetivo
- Descripción de la instalación
- Listado de Materiales
- Esquemas
- Medidas y comprobaciones
- Ficha de averías
- Actividades
- Conclusiones

## Objetivo

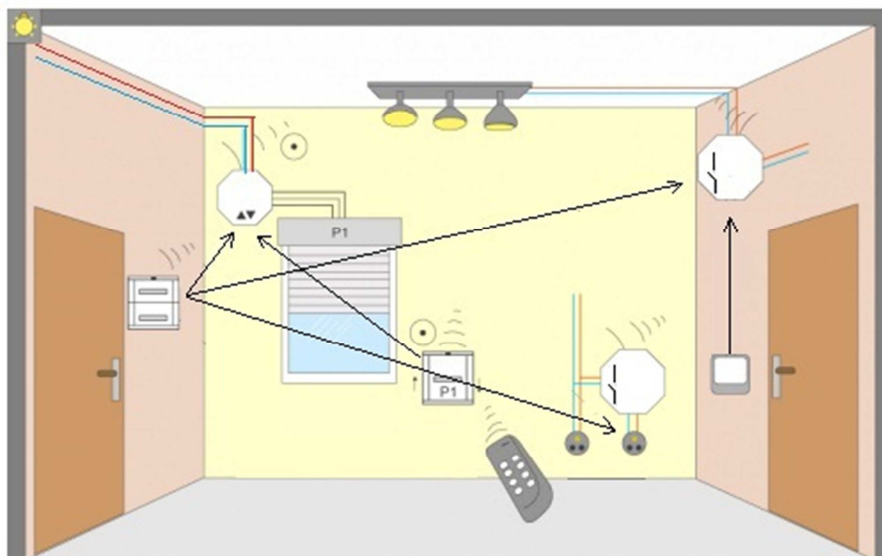
El objetivo de la siguiente práctica es realizar una instalación domótica inalámbrica dando respuesta a las necesidades que presentaría un cliente...

...

## Descripción de la instalación

Necesitamos realizar una instalación inalámbrica con el fin de controlar los elementos del recibidor de una vivienda: persianas, luces y potencia...

A continuación se representan los elementos de la instalación y se indica, mediante flechas, las operaciones que deben realizar:



*Imagen M. Instalación inalámbrica*

Se pide realizar la instalación en cuestión...

...

(Nº de página)

## Listado de materiales

Los materiales necesarios para realizar la instalación...

1 Centralita.

1 Fuente de alimentación.

1 Radio-pulsador.

1 Mando a distancia.

...

## Esquemas

- Esquema de conexión

ESQUEMA CONEXIONADO

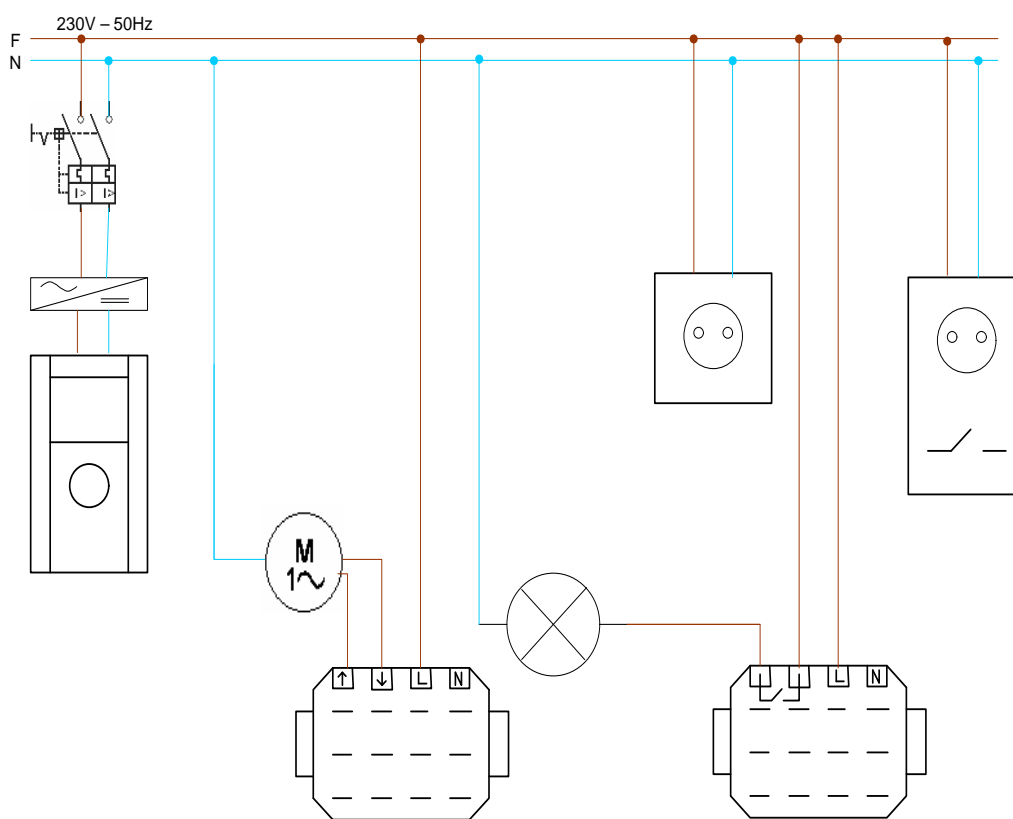


Imagen N. Esquema de conexión

(Nº de página)

## - Esquema funcional

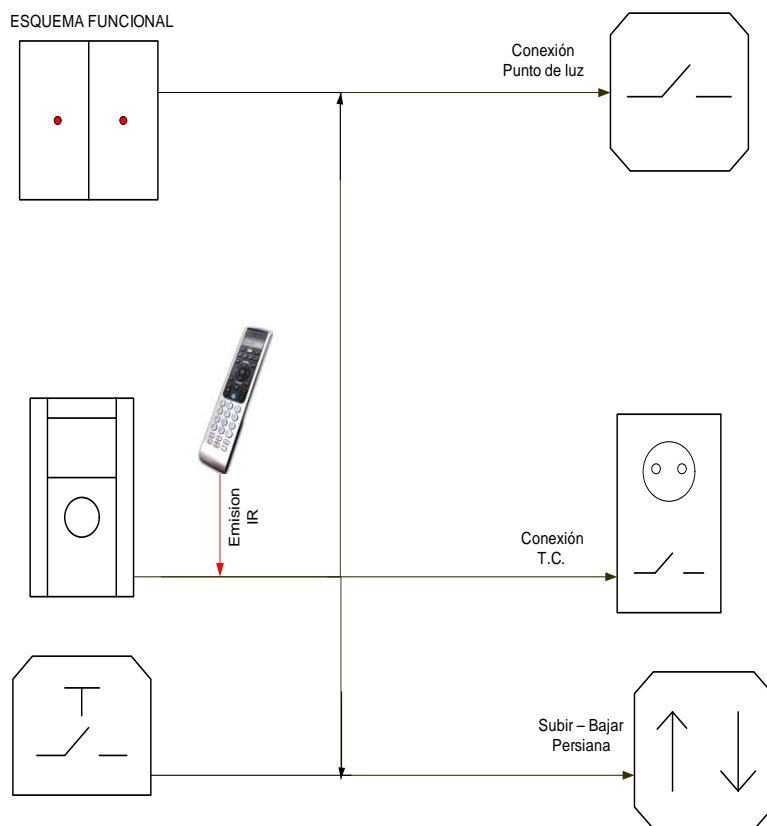


Imagen O. Esquema funcional

## Medidas y comprobaciones

Registro de medidas y comprobaciones				
Responsable:				
Lugar:				
Instalación:				
Fecha de intervención:				
Elemento o Punto de medida	Medición	Unidad	Comprobación	Observaciones
Comentarios:				

Imagen P. Ejemplo ficha de medidas y comprobaciones

(nº de página)

## Ficha de averías

Registro de Incidencias					
Responsable:					
Lugar:					
Instalación:					
Fecha de intervención:					
Anomalia encontrada	Medición	Unidad	Origen	Consecuencias	Observaciones
Medidas adoptadas:					

Imagen Q. Ejemplo ficha de averías

## Actividades

### Ejercicio 1.

En los sistemas inalámbricos la transmisión de señales se puede realizar mediante diferentes tecnologías. Algunas de estas las podemos ver a continuación:

+ Infrarrojos, Wi-Fi, Bluetooth, Z-Wave i Ultrasonidos.

Relaciona las siguientes palabras con los sistemas inalámbricos anteriores e indica su frecuencia de trabajo:

+ Zensys, Telefonía móvil, Mando a distancia, Ondas acústicas, Ordenador.

### Ejercicio 2.

...

## Conclusiones

Concluimos la práctica...

...

(Nº de página)

## 5. Conclusiones

En la actualidad, una de las salidas laborales de los titulados en formación profesional de la rama eléctrica es en el ámbito del mantenimiento industrial y de instalaciones. En este sentido, es importante que nuestros alumnos adquieran las competencias en diagnóstico y reparación de averías.

Por el contrario, la adquisición de la profesionalización en estas competencias está muy relacionada con la experiencia laboral en instalaciones eléctricas, pero también con el grado de conocimientos técnicos que se hayan adquirido durante la etapa formativa.

Y es en este sentido donde los centros educativos deben plantearse como afrontar esta necesidad. El problema es determinar unas actividades que permitan entrenar a los alumnos en el ámbito del mantenimiento, pero la realidad es que las averías y el mantenimiento de maquinaria e instalaciones es tan diverso que es imposible impartir los contenidos si no se hace de forma adaptada y acompañando la materia de otros módulos.

Por otro lado, el funcionamiento de las empresas que se dedican al mantenimiento de instalaciones, o que tienen un departamento incluido en su estructura, es muy similar en cuanto a la gestión del mantenimiento. La elaboración de los planes de mantenimiento y el cumplimiento de la normativa de riego y seguridad laboral son elementos que obligan a las empresas a estar en continua transformación y actualización.

Este trabajo ha intentado dar respuesta a esta necesidad educativa. La elaboración del material didáctico ha sido enfocada a la gestión utilizada por las empresas industriales de nuestro país: partiendo de una formación generalista en los contenidos que engloban el diagnóstico de averías y el desarrollo de planes de mantenimiento, haciendo hincapié en la diversidad de defectos que surgen en las instalaciones y en el coste que conllevan y recalcando la importancia de la seguridad frente al riesgo eléctrico; y, todo, mediante la exposición de contenidos acompañada de la realización de ejercicios y prácticas que ponen el acento en aquellos procedimientos propios de un técnico superior que trabaja en el sector.

Finalmente, el protocolizar las prácticas permitirá incluir, en el proceso formativo, el entrenamiento de nuestros alumnos en la detección de averías, de forma que podrán ser evaluados a la vez que adquieren una forma organizativa de trabajar muy peculiar de los departamentos eléctricos mediante la elaboración de informes semejantes a los utilizados profesionalmente en cualquier tipo de intervención de mantenimiento.

## 6. Referencias

### 6.1. Bibliografía

M. Casa Vilaseca. 2006. *Instalaciones singulares en viviendas y edificios*. Barcelona, Marcombo.

A. Rodríguez, M. Casa. 2005. *Instal·lacions automatitzades en habitatge i edificis*. Barcelona, Marcombo.

J. Roldán Vilorio. 2009. *Mantenimiento de instalaciones eléctricas*. Madrid, Creaciones Copyright.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

### 6.2. Webgrafía

Mantenimiento mundial. 2013. Disponible en:

<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/#.UbHBfdL0EWk>

Mantenimiento preventivo. 2013. Disponible en:

<http://www.mantenimientopreventivo.info/>

Renovetec. 2013. *RENOVE-GEM, el software de mantenimiento de descarga gratuita*. Disponible en: <http://www.renovetec.com/index.php/86-renovetec-ingenieria/331-renove-gem>

Solo Mantenimiento. 2013. Disponible en:

<http://solomantenimiento.blogspot.com.es/>